



Identifying Areas Prone to Landfilling Based on Environmental Parameters and Implementing Prohibited Areas (Case Study: Dalaho County)

Saied Asadollah Hejazi¹ , Zahra Zanganeh Tabar² 

¹ Associate Professor in Geomorphology, University of Tabriz, Tabriz, Iran

² Ph.D. Student in Geomorphology, University of Tabriz, Tabriz, Iran

ARTICLE INFO

Article History

Received: 13 May 2025

Revised: 08 July 2025

Accepted: 07 August 2025

Available Online: 08 August 2025

Keywords:

Environmental Destruction

Landfill

Dalaho County

WLC-ANP

ABSTRACT

One of the main contributors to environmental pollution and degradation is household and industrial waste. Therefore, the proper siting of landfill facilities plays a crucial role in controlling or reducing such pollution. Given the importance of this issue, the present study focuses on identifying suitable areas for landfill development in Dalaho County, Kermanshah Province. The research is based on remote sensing techniques and multi-criteria decision-making (MCDM) methods. Key datasets used include MODIS, CHIRPS, and Google Earth satellite imagery, 1:100,000-scale geological maps, and a 30-meter digital elevation model (DEM). The study employed various software tools, including ArcGIS, IDRISI, Super Decisions, and Google Earth Engine. Ten criteria were considered in the analysis: lithological features, distance from faults, elevation, slope, vegetation density, average annual rainfall, and distance from rivers, main roads, urban areas, and rural areas. The Analytic Network Process (ANP) was used for weighting the parameters, and the Weighted Linear Combination (WLC) method was applied to integrate the data layers. The results show that approximately 48% of Dalaho County has a high potential for pollution and environmental degradation, indicating that landfill sites should be located away from these areas. Conversely, around 31% of the area has low suitability for landfill development. Ultimately, only a small portion of the region about 8% demonstrates moderate potential for landfill siting based on the evaluated criteria.

* Corresponding author: Dr. Saied Asadollah Hejazi

E-mail address: S.hejazi@tabrizu.ac.ir

How to cite this article: Hejazi, S. A., & Zanganeh Tabar, Z. (2025). Identifying Areas Prone to Landfilling based on Environmental Parameters and Implementing Prohibited Areas (Case Study: Dalaho County). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, ?(?), ?-?. <https://doi.org/10.22067/geoeh.2025.93006.1564>



©2025 The author(s). This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The increasing trend of waste generation in recent years has emerged as a significant challenge for urban planners and environmentalists. Waste is one of the main contributors to environmental pollution and degradation, as well as the spread of various diseases. Therefore, proper planning for waste management and disposal is critically important. One of the key measures in controlling pollution from waste is the appropriate siting of landfill facilities. Site selection based on environmental capabilities is a fundamental principle of urban and regional development planning. Identifying suitable areas for waste disposal plays a crucial role in mitigating environmental pollution and degradation. Different regions possess varying potentials for environmental planning due to their geomorphological, geological, and hydroclimatic conditions. Some areas, influenced by these factors, face significant constraints in accommodating activities such as landfill establishment. Dalaho County, located in Kermanshah Province within the folded Zagros structural zone, is one such region. Due to its geological and climatic characteristics, it contains substantial surface and groundwater resources. Moreover, tectonic activity, numerous faults and fractures, and permeable lithological formations make groundwater highly susceptible to contamination. This highlights the importance of accurately identifying suitable areas for landfilling in the region. Accordingly, this study aims to determine potential landfill sites in Dalaho County.

Materials and Methods

This study was based on remote sensing methods and aimed to identify areas suitable for landfill siting in Dalaho County using ten key parameters: lithology, distance from faults, elevation, slope, vegetation density, average annual rainfall, and distance from rivers, distance from main roads, distance from urban areas, and distance from rural areas. To prepare lithology and fault maps, 1:100,000-scale digital geological maps from the national Geological Organization were used, while a 30-meter SRTM digital elevation model provided data on elevation, slope, and river networks. Google Earth Engine, along with MODIS and CHIRPS satellite imagery, was employed to generate maps of vegetation density and annual precipitation, and Google Earth images were used to identify urban areas and main roads. The analysis utilized several software tools, including ArcGIS (for fuzzification of data layers and map generation), Google Earth Engine (for vegetation and rainfall mapping), IDRISI (for implementing the Weighted Linear Combination or WLC model), and Super Decisions (for applying the Analytic Network Process or ANP). The research was conducted in multiple stages: first, the data layers were prepared and standardized (fuzzified); second, the layers were weighted using the ANP model; and finally, the integrated WLC-ANP model was applied to identify landfill-susceptible areas in Dalaho County.

Discussion and Results

Certain areas in the region possess high environmental and ecological value or are highly vulnerable to pollution, necessitating their exclusion from landfill siting. Therefore, based on environmental status, literature review, and expert consultation, a restricted areas map was developed. This included buffer zones around rivers, urban areas, Azadi Dam Lake, faults, and

regions with dense vegetation. The analysis showed that large portions of Dalaho County are unsuitable for waste disposal due to lithological, topographical, and hydrological constraints. Generally, the eastern and southern parts of the county showed relatively higher potential for landfill development, while central, western, and northern areas faced more significant limitations.

Conclusion

The natural characteristics of Dalaho County render it highly vulnerable to environmental pollution, making landfill site selection particularly sensitive. This study applied an integrated WLC-ANP model to identify areas suitable for landfilling. Results indicate that approximately 48% of the county—comprising areas within 500 meters of rivers, 1 km from fault lines, 3 km from urban centers, 2 km from Azadi Dam Lake, and regions with dense vegetation—are highly susceptible to pollution and should be excluded from landfill development. About 31% of the area, primarily located in the western and northern regions, was found to have low to very low suitability for landfill siting due to factors such as steep slopes, high elevations, fault proximity, and unsuitable lithology. Only around 8% of the county, located mainly in the eastern and southern regions, demonstrated moderate potential for landfill establishment. Overall, the study emphasizes that Dalaho County's natural setting—particularly its hydrogeomorphological features must be carefully considered when planning waste disposal facilities. Proper site selection can play a vital role in preventing environmental degradation and protecting groundwater resources.



شناسایی مناطق مستعد دفن زباله بر مبنای پارامترهای محیطی و اعمال مناطق ممنوعه (مطالعه موردی: شهرستان دالاهو)

سید اسداله حجازی^{۱*}، زهرا زنگنه تبار^۲

^۱دانشیار گروه ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
^۲دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
تاریخچه مقاله:	یکی از عوامل اصلی آلودگی و تخریب محیط زیست، زباله ها و پسماندهای خانگی و صنعتی هستند، بنابراین مکان یابی صحیح سایت های دفن زباله می تواند نقش مهمی در کنترل و یا کاهش این آلودگی ها داشته باشد. با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش به شناسایی مناطق مستعد دفن زباله در شهرستان دالاهو در استان کرمانشاه پرداخته شده است. این تحقیق با بهره گیری از روش های سنجش از دوری و روش های تصمیم گیری چندمعیاره انجام شده است. مهم ترین داده های مورد استفاده شامل تصاویر ماهواره های MODIS، CHIRPS و گوگل ارث، نقشه های زمین شناسی ۱:۰۰۰۰۰ و مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر بوده است. در این تحقیق از نرم افزارهای ArcGIS، Super Decisions، IDRISI و سامانه گوگل ارث انجین استفاده شده است. همچنین در این تحقیق از ۱۰ پارامتر لیتولوژی، فاصله از گسل، ارتفاع، شیب، تراکم پوشش گیاهی، میانگین بارش سالانه، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده اصلی، فاصله از نقاط شهری و فاصله از نقاط روستایی و مدل های ANP (به منظور وزن دهی به پارامترها) و WLC (به منظور ترکیب لایه های اطلاعاتی) به منظور شناسایی مناطق مستعد دفن زباله استفاده شده است. بر اساس نتایج حاصله، حدود ۴۸ درصد از وسعت شهرستان دالاهو پتانسیل آلودگی و تخریب محیط زیست بالایی دارند، بنابراین سایت های دفن زباله باید به دور از این مناطق باشد. حدود ۳۱ درصد از محدوده مطالعاتی نیز پتانسیل کمی جهت ایجاد سایت دفن زباله دارند. با توجه به موارد ذکر شده، تنها بخش کمی از شهرستان دالاهو که حدود ۸ درصد از وسعت آن محسوب می شود از نظر پارامترهای مورد استفاده دارای پتانسیل نسبی جهت ایجاد سایت های دفن زباله است.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۲۳	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۴/۱۷	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۱۶	
کلمات کلیدی:	
تخریب محیط زیست	
دفن زباله	
شهرستان دالاهو	
WLC-AN	

مقدمه

در طی سال‌های اخیر به موازات روند افزایش جمعیت و توسعه نواحی سکونتگاهی، تاثیر فعالیت‌های انسانی بر تغییرات محیطی نیز افزایش یافته است (Hejazi, 2016; Negahban, Ganjaeian, Feraydooni Kordestani & Cheshmeh Sefidi, 2019; Mohammakhhan, Ganjaeian, Shahri & Abbaszade, 2019; Salari, Nayyeri, Ganjaeian & Amani, 2020). تغییرات محیطی ناشی از فعالیت‌های انسانی به صورت‌های مختلف از جمله تغییرات کاربری اراضی (Negahban, Ganjaeian, Ebrahimi & Emami, 2019)، تخریب پوشش گیاهی، آلودگی محیطی و غیره بوده است. از جمله عوامل مهمی که باعث آلودگی و در نتیجه تخریب محیط زیست می‌شود، زباله‌ها و پسمانده مختلف مناطق شهری و روستایی هستند (Liang et al., 2025; Mainul, Ajim & Ateeque, 2020).

روند افزایشی تولید زباله در طی سال‌های اخیر به عنوان یکی از چالش‌های مهم برنامه‌ریزان شهری و حامیان محیط زیست مطرح شده است (Alkaradaghi, Salahalddin, Al-Ansari, Laue & Chabuk, 2019; Wu, Chen, Huang & Yu, 2025). بر اساس آمار ارائه شده از سوی سازمان بهداشت جهانی، سرانه تولید زباله در سال از ۰/۶۴ کیلوگرم به ازای هر نفر در روز به ۱/۲ کیلوگرم افزایش یافته است و پیش‌بینی می‌شود که روند تولید سالانه زباله از ۱/۳ میلیاردتن به ۲/۲ میلیاردتن در سال ۲۰۲۵ افزایش یابد (Soltani, 2015). با توجه به اینکه زباله‌ها از عوامل اصلی آلودگی و تخریب محیط و همچنین شیوع بیماری‌های مختلف محسوب می‌شوند (Aghsaei & Souri, 2017)، بنابراین برنامه‌ریزی به منظور کنترل و دفن مناسب زباله‌ها بسیار حائز اهمیت است (Emadodin, Farzaneh, Arekhi & Sayyad Salar, 2020). یکی از مهم‌ترین اقداماتی که در زمینه کنترل آلودگی ناشی از زباله‌ها صورت می‌گیرد، دفن زباله‌ها در مکان‌های مناسب است (Roy, Das, Paul & Pau, 2022). در واقع، مکان‌یابی بر مبنای توانمندی‌های محیطی، یکی از اصول اساسی برنامه‌ریزی‌های شهری و عمرانی است (Nayyeri, Ganjaeian & Amani, 2018) و مکان‌یابی صحیح و شناسایی مناطق مستعد دفن زباله از جمله مهم‌ترین راهکارهای کنترل آلودگی و تخریب محیط زیست محسوب می‌شود (Mallick, 2021).

مناطق مختلف با توجه به وضعیت ژئومورفولوژی، زمین‌شناسی و هیدرواقليمی، پتانسیل‌های مختلفی جهت انجام برنامه‌ریزی‌های محیطی دارند (Nayyeri, Salari, Ganjaeian & Amani, 2017; Salari, Nayeri, Amani & Ganjaeian, 2017). بعضی از مناطق هستند که تحت تاثیر عوامل ذکر شده، محدودیت‌های زیادی جهت فعالیت‌های مختلف از جمله ایجاد سایت‌های دفن زباله دارند. از جمله مناطقی که دارای محدودیت‌های زیادی در این زمینه است، شهرستان دالاهو در استان کرمانشاه است. شهرستان دالاهو در واحد زاگرس چین‌خورده قرار دارد و با توجه به وضعیت زمین‌شناسی و اقلیمی، دارای منابع آب سطحی و زیرزمینی قابل توجهی است (Ganjaeian, 2020) و همچنین با توجه به تکتونیزه بودن منطقه و داشتن درز و شکاف‌های فراوان (Ganjaeian, Yamani, 2023) و لیتولوژی نفوذپذیر، منابع آب زیرزمینی آن پتانسیل آلودگی بالایی دارد و همین مسئله سبب شده است تا شناسایی مناطق مستعد دفن زباله در این شهرستان بسیار حائز اهمیت باشد. با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش به شناسایی مناطق مستعد دفن زباله در شهرستان دالاهو پرداخته شده است.

اهمیت موضوع مورد مطالعه سبب شده است تا در ارتباط با آن تحقیقات مختلفی صورت گیرد که از جمله آن‌ها می‌توان به چانگ و همکاران (Chang, Parvathinathan & Breeden, 2008) اشاره کرد که با استفاده از منطق فازی به شناسایی مناطق مستعد دفن زباله در جنوب تگزاس پرداختند و نشان دادند که محدوده مطالعاتی پتانسیل آسیب‌پذیری بالای در برابر آلودگی دارد. برکت و همکاران (Barakat, Hilali, El Baghdadi & Touhami, 2017) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش AHP نشان دادند که تنها ۱۰ درصد از شهر بنی ملال مراکش مناسب برای دفن زباله است. سلیکر و همکاران (Celiker, Yıldız & Koçer, 2019) با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی که حدود ۴۶ درصد از محدوده حاشیه شهر الازیک ترکیه

مناسب برای دفن زباله است. هررا و همکاران (Hereher, Al-Awadhi & Mansour, 2020) با استفاده از روش‌های وزن‌دهی و پهنه‌بندی نشان دادند که تنها ۲ درصد از شهر مسقط عمان مناسب برای دفن زباله است. میتاب و همکاران (Mitab, Hamdoon & Say, 2023) با استفاده از پارامترهای طبیعی و انسانی و مدل AHP نشان دادند که بخش زیادی از منطقه کرکوک عراق مناسب برای دفن زباله نیست. عباس‌نژاد و همکاران (Abbasnezhad, Yarmoradi & Sarafrozeh, 2017) به مکان‌یابی دفن زباله در شهرستان ماکو به روش فازی و بولین پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داده است که مناطق شمالی شرقی شهرستان ماکو پتانسیل بیش‌تری جهت دفن زباله دارند. نیک‌زاد و همکاران (Nikzada, Amiri, Moarab & Foroughi, 2017) با استفاده از مدل‌های ANP و منطق فازی نشان دادند که تنه‌های بخش کمی از مناطق جنوبی شهرستان علی‌آباد، مناسب برای دفن زباله است. دهقانی قناتغستانی و جوادی‌زاده (Dehghani Ghanthastani & Javadizadeh, 2021) با استفاده از روش AHP و منطق فازی نشان دادند که حدود ۲ درصد از محدوده شهری سیریک هرمزگان مناسب برای دفن زباله است. باقرآبادی (Bagherabadi, 2022) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی نشان داده است که حدود ۵/۶ درصد از وسعت شهرستان صحنه، مناسب برای دفن زباله است. رضاپور و دیمه‌ور (Rezapour & Deymevar, 2024) با استفاده از منطق فازی و سیستم اطلاعاتی جغرافیایی نشان دادند که ۸۸ درصد از محدوده شهرستان بیرجند، مناسب برای دفن زباله نیست. در راستای تحقیقات پیشین، هدف از این تحقیق شناسایی مناطق مستعد دفن زباله در شهرستان دالاهو است. در این تحقیق بر خلاف تحقیقات پیشین، علاوه بر استفاده از پارامترهای مختلف طبیعی و انسانی، لایه مناطق ممنوعه نیز تهیه و اعمال شده است.

منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق شهرستان دالاهو به‌عنوان محدوده مطالعاتی انتخاب شده است. شهرستان دالاهو از نظر تقسیمات سیاسی در محدوده استان کرمانشاه قرار دارد و از اطراف به شهرستان‌های ثلاث باباجانی، کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، گیلانغرب و سرپل ذهاب منتهی می‌شود (شکل ۱). این شهرستان با وسعت ۱۸۷۶ کیلومترمربع، ۳۵۹۸۷ نفر جمعیت دارد. شهرستان دالاهو از نظر تقسیمات مورفوتکتونیکي جزء واحد زاگرس چین‌خورده محسوب می‌شود. این شهرستان از نظر ارتفاعی در بین ارتفاع ۶۵۳ تا ۲۵۳۴ متری از سطح دریا قرار دارد و با توجه به اختلاف ارتفاعی زیادی که دارد، بخش زیادی از وسعت آن را مناطق کوهستانی و دامنه‌های پرشیب دربرگرفته است. از نظر اقلیمی نیز این شهرستان با میانگین بارش سالانه ۵۲۰ میلی‌متر، دارای زمستان‌های سرد و خشک و تابستان‌های معتدل است.



شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

Fig.1. Location map of the study area

روش تحقیق

داده‌های تحقیق

در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌های MODIS و CHIRPS، مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر SRTM و نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه به‌عنوان مهم‌ترین داده‌های تحقیق استفاده شده است. در این تحقیق به‌منظور شناسایی مناطق مستعد دفن زباله در شهرستان دالاهو، از ۱۰ پارامتر لیتولوژی، فاصله از گسل، ارتفاع، شیب، تراکم پوشش گیاهی، میانگین بارش سالانه، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده اصلی، فاصله از نقاط شهری و فاصله از نقاط روستایی استفاده شده است. به‌منظور تهیه نقشه لیتولوژی و گسل‌های منطقه از لایه رقومی نقش زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور استفاده شده است. به‌منظور تهیه نقشه ارتفاع، شیب و رودخانه‌های منطقه، از مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر SRTM استفاده شده است. با توجه به کاربرد سامانه گوگل ارث انجین در مطالعات اقلیمی و بررسی پوشش زمین (Negahban, Ganjaeian, Ebrahimi & Gheysarian, 2025; Safari Namivandi, Ganjaeian, Nosrati & Mohammadian, 2024)، از این سامانه و تصاویر ماهواره‌های MODIS و CHIRPS به ترتیب به‌منظور تهیه

نقشه‌های تراکم پوشش گیاهی و میانگین بارش سالانه استفاده شده است. همچنین به منظور تهیه نقشه نقاط شهری و جاده‌های اصلی منطقه، از تصاویر گوگل ارث استفاده شده است.

ابزارهای تحقیق

در این تحقیق از ابزارهای مختلفی استفاده شده است که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: ArcGIS (به منظور فازی‌سازی لایه‌های اطلاعاتی و تهیه نقشه‌های خروجی)، سامانه گوگل ارث انجین (به منظور تهیه نقشه‌های تراکم پوشش گیاهی و میانگین بارش سالانه)، IDRISI (به منظور ترکیب لایه‌های اطلاعاتی و تهیه نقشه پهنه‌بندی مناطق مستعد دفن زباله با استفاده از مدل WLC) و SuperDecisions (به منظور وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از مدل ANP) بوده است.

مراحل تجزیه و تحلیل اطلاعات

با توجه به موضوع و اهداف مورد نظر، این تحقیق به صورت کلی در چند مرحله انجام شده است که در ادامه به تشریح آن‌ها پرداخته شده است:

مرحله اول (استانداردسازی پارامترها): پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر پارامتر، به منظور قابل ارزیابی کردن آن‌ها، لایه‌های اطلاعاتی استانداردسازی (فازی‌سازی) شده‌اند. در واقع به هر لایه بر مبنای پتانسیلی که به منظور دفن زباله دارد، ارزش دورن لایه‌ای بین صفر تا ۱ داده شده است (جدول ۱).

جدول ۱- نحوه استانداردسازی لایه‌های اطلاعاتی

Table 1- How to standardize information layers

ردیف Row	شاخص Index	پارامتر Parameter	ارزش دورن لایه‌ای Intra-layer value
1	زمین‌شناسی Geology	لیتولوژی Lithology	مناطق با لیتولوژی نفوذناپذیر، پتانسیل بیشتری جهت دفن زباله دارند. Areas with impermeable lithology have greater potential for landfilling.
2		گسل Fault	مناطق دور از خطوط گسل، پتانسیل بیشتری جهت دفن زباله دارند. Areas away from fault lines have greater potential for landfilling.
3	توپوگرافی Topography	ارتفاع Elevation	مناطق کم ارتفاع، پتانسیل بیشتری جهت دفن زباله دارند. Low elevation areas have more potential landfilling.
4		شیب Slope	مناطق کم شیب، پتانسیل بیشتری جهت دفن زباله دارند. Low slope areas have more potential landfilling.
5	هیدرولوژی Hydrology	رودخانه River	مناطق دور از رودخانه، پتانسیل بیشتری جهت دفن زباله دارند. Areas away from river have greater potential for landfilling.
6		بارش Precipitation	مناطق با بارش کم‌تر، پتانسیل بیشتری جهت دفن زباله دارند. Areas with low rainfall have greater potential for landfilling.
7	پوشش زمین Land cover	پوشش گیاهی Vegetation	مناطق با پوشش گیاهی کم تراکم‌تر، پتانسیل بیشتری جهت دفن زباله دارند. Areas with less dense vegetation cover have greater potential for landfilling.
8		نقاط شهری City	مناطق دور از نقاط شهری، پتانسیل بیشتری جهت دفن زباله دارند. Areas away from city have greater potential for landfilling.
9	انسانی Human	نقاط روستایی Village	مناطق دور از نقاط روستایی، پتانسیل بیشتری جهت دفن زباله دارند. Areas away from village have greater potential for landfilling.
10		جاده اصلی Road	مناطق دور از جاده، پتانسیل بیشتری جهت دفن زباله دارند. Areas away from road have greater potential for landfilling.

مرحله دوم (وزن دهی به لایه‌های اطلاعاتی): با توجه به اینکه ارزش و اهمیت لایه‌های اطلاعاتی یکسان نیست، در این پژوهش با استفاده از مدل تحلیل شبکه‌ای (ANP)، به لایه‌های اطلاعاتی وزن داده شده است. در این مرحله پس از تشکیل ساختاری شبکه‌ای معیارها، با توجه به رابطه درونی و بیرونی معیارها، از ماتریس مقایسه‌ای شامل ۱۰ سطر و ۱۰ ستون برای تعیین رابطه و میزان اهمیت هر یک از این معیارها و زیرمعیارها استفاده شده است. برای انجام محاسبات از نرم‌افزار Super Decisions استفاده شده و در نهایت با استفاده از نظرات کارشناسان، وزن معیارهای مورد نظر محاسبه شده است.

مرحله سوم (اجرای مدل WLC^1): پس از وزن دهی و اعمال وزن بدست آمده بر روی هر لایه، لایه‌های اطلاعاتی وارد نرم‌افزار IDRISI شده است و در نهایت با استفاده مدل ترکیب خطی وزنی (WLC)، لایه‌های اطلاعاتی با هم ترکیب شده و نقشه نهایی مناطق مستعد دفن زباله در شهرستان دالاهو تهیه شده است.

روش WLC یکی از رایج‌ترین تکنیک‌های ارزیابی چند معیاره محسوب می‌شود که روش وزن دهی جمع‌پذیر و یا روش امتیازدهی نیز نامیده می‌شود (Tabesh, Noori Khanyourdi, Dousti & Ganjaeain, 2020; Ganjaeian, Rezaei Arefi, Peysoozi, Emami, 2021). اساس این روش بر مبنای میانگین وزنی است و تصمیم‌گیرنده‌ها مستقیماً بر مبنای اهمیت نسبی معیارها، وزن‌هایی به آن‌ها می‌دهد، سپس با ضرب وزن نسبی در مقدار آن معیار، یک وزن نهایی برای آن معیار به دست می‌آید. پس از به‌دست‌آوردن وزن نهایی گزینه‌ها، گزینه‌ای که بیش‌ترین مقدار را داشته باشد، مناسب‌ترین گزینه برای هدف مورد نظر خواهد بود (Ganjaeian, 2020).

بحث و نتایج

تشریح پارامترهای مورد استفاده

در این پژوهش به منظور شناسایی مناطق مستعد دفن زباله در شهرستان دالاهو از ۱۰ پارامتر طبیعی و انسانی استفاده شده است که در ادامه به تشریح آن‌ها پرداخته شده است:

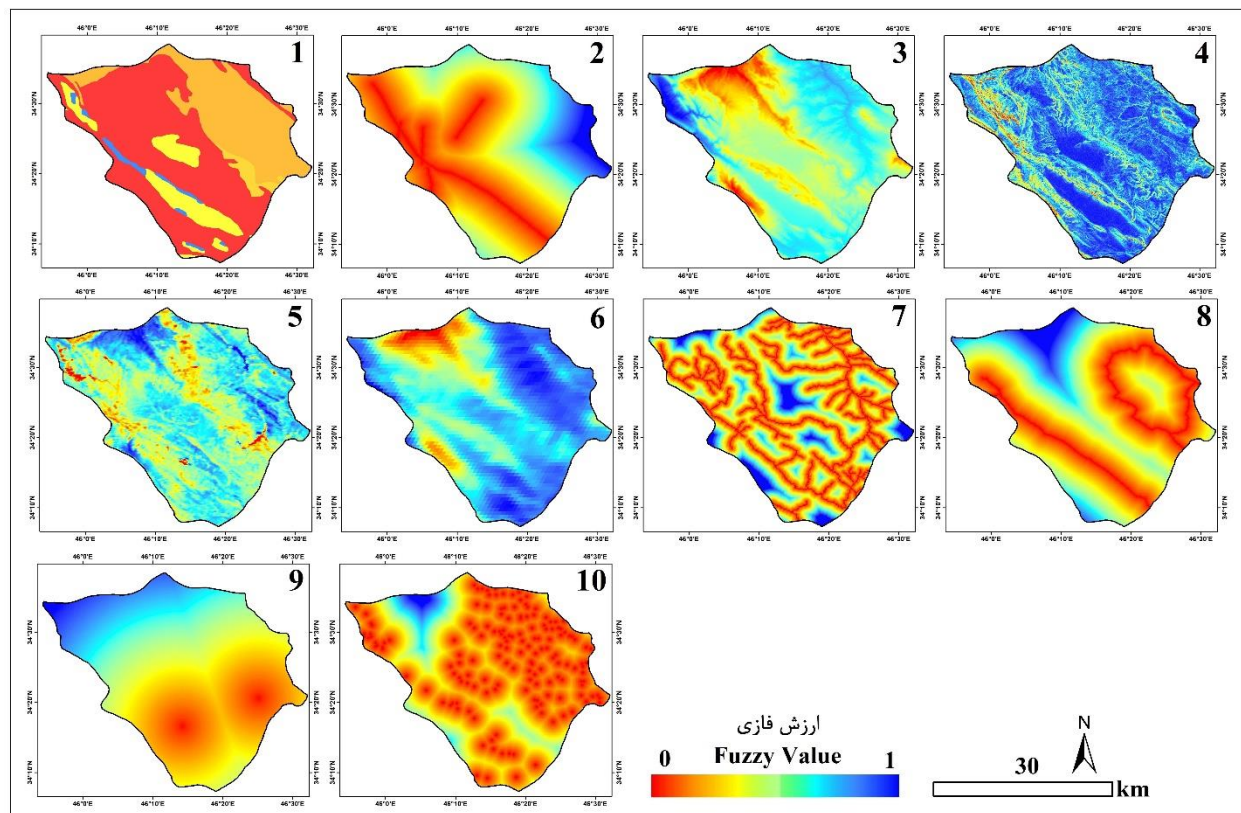
لیتولوژی و فاصله از گسل: پارامترهای زمین‌شناسی تعیین‌کننده وضعیت زیرساختی مناطق مختلف هستند و توجه به آن‌ها در برنامه‌ریزی‌های محیطی ضروری است. شهرستان دالاهو در واحد زاگرس چین‌خورده قرار دارد و با توجه به اینکه بخش زیادی از این واحد را توده‌های آهکی دربرگرفته است (Ganjaeian, 2024)، بنابراین از نظر لیتولوژی محدودیت‌های زیادی جهت دفن زباله دارد. در واقع، مناطق آهکی به دلیل پتانسیل نفوذپذیری بالایی که دارند، پتانسیل آلودگی و تخریب بالایی دارند (Pireh, Ghadimi & Ganjaeian, 2024)، بنابراین مناطق دفن زباله باید حداقل امکان از این مناطق دور باشد. همچنین خطوط گسلی نیز با توجه به اینکه تاثیر مستقیمی در توسعه درز و شکاف‌ها دارند و مناطق اطراف آن دارای پتانسیل نفوذپذیری بالایی هستند (Maghsoudi, Ganjaeian, Talari & Amani, 2016)، بنابراین در برنامه‌ریزی دفن زباله باید مورد توجه قرار گیرند و سایت‌های دفن زباله باید به دور از خطوط گسلی باشند. با توجه به موارد ذکر شده، به‌منظور استانداردسازی لایه‌های لیتولوژی و خطوط گسلی، به مناطق دارای لیتولوژی آهکی (شکل ۲-۱) و نزدیک به خطوط گسلی (شکل ۲-۲)، ارزش بیش‌تری داده شده است.

ارتفاع و شیب: مناطق مرتفع سرچشمه رودخانه‌های متعددی هستند و در زمان بارش، جریان رواناب از این مناطق به سمت مناطق پایین‌دست حرکت می‌کند، بر این اساس، دفن زباله در مناطق مرتفع، باعث آلودگی مناطق پایین‌دست می‌شود. همچنین دامنه‌های پرشیب نیز دارای جریان رواناب هستند و شیرابه‌های زباله‌ها از این دامنه‌ها به سمت مناطق اطراف سرازیر می‌شود. به علاوه، ایجاد زیرساخت‌های لازم حمل و نقل در مناطق پرشیب دشوار است. با توجه به موارد ذکر شده، به‌منظور استانداردسازی لایه‌های ارتفاع و شیب، به مناطق کم ارتفاع (شکل ۲-۳) و کم شیب (شکل ۲-۴)، ارزش بیش‌تری داده شده است.

تراکم پوشش گیاهی و بارش: مناطقی که پوشش گیاهی متراکمی دارند، دارای ارزش اکولوژی بالایی هستند بنابراین باید در برنامه-ریزی های محیطی مورد توجه قرار گیرند. با توجه به اینکه سایت های دفن زباله باعث آلودگی و تخریب محیط می شوند، بنابراین باید این سایت به دور از مناطق دارای پوشش گیاهی متراکم باشند. همچنین مناطقی که دارای بارش بیش تری هستند نیز پتانسیل آلودگی بالایی دارند. با توجه به موارد ذکر شده، به منظور استانداردسازی لایه های تراکم پوشش گیاهی و میانگین بارش سالانه، به مناطق با پوشش گیاهی کم تراکم (شکل ۲-۵) و بارش کم تر (شکل ۲-۶)، ارزش بیش تری داده شده است.

فاصله از رودخانه و جاده های اصلی: رودخانه ها حساسیت بالایی در برابر آلودگی و تخریب دارند و با توجه به اینکه زباله ها و پسماندها یکی از عوامل اصلی آلودگی رودخانه ها هستند، بنابراین سایت های دفن زباله باید به دور از رودخانه ها باشند و رعایت حریم رودخانه ها بسیار ضروری است. همچنین اراضی مجاور جاده های اصلی نیز پتانسیل بالایی جهت کاربری های مختلف دارند و مناسب برای دفن زباله نیستند. بر این اساس، به منظور استانداردسازی لایه های فاصله از رودخانه (شکل ۲-۷) و جاده (شکل ۲-۸)، به مناطق دور از رودخانه و جاده های اصلی، ارزش بیش تری داده شده است.

فاصله از نقاط شهری و روستایی: سایت های دفن زباله دارای آلودگی بالایی هستند و با توجه به اینکه می توانند منشا بیماری های زیادی باشند، باید به دور نواحی سکونتگاهی باشند. در واقع، در مکان هایی دفن زباله باید حریم شهرها و روستاها رعایت شود و حداقل مکان سایت های دفن زباله دور از نواحی سکونتگاهی باشند. بر این اساس، به منظور استانداردسازی لایه های فاصله از نقاط شهری (شکل ۲-۹) و روستایی (شکل ۲-۱۰)، به مناطق دور از نقاط شهری و روستایی، ارزش بیش تری داده شده است.



شکل ۲- نقشه های فازی سازی شده لایه های اطلاعاتی

Fig.2. Fuzzy maps of information layers

وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی

پس از استانداردسازی لایه‌های اطلاعاتی، به‌منظور وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی از نظرات کارشناسان (۵ کارشناس ژئومورفولوژی و ۵ کارشناس محیط‌زیست) و مدل تحلیل شبکه‌ای (ANP) استفاده شده است و وزن نهایی هر لایه بدست آمده است. بر اساس نتایج حاصله، لایه‌های فاصله از رودخانه، تراکم پوشش گیاهی و لیتولوژی به ترتیب با وزن ۰/۱۷۲، ۰/۱۵۰ و ۰/۱۳۱، دارای بالاترین ارزش و اهمیت هستند (شکل ۳). لازم به ذکر است که به‌منظور بررسی اعتبار وزن‌های بدست آمده، به بررسی تحقیقات پیشین پرداخته شده است و بر اساس آن‌ها می‌توان گفت که اوزان بدست آمده دارای اعتبار هستند.

The inconsistency index is 0.0438. It is desirable to have a value of less than 0.1

ارتفاع	Elevation	0.075128
بارش	Precipitation	0.049566
تراکم پوشش گیاهی	Vegetation	0.150256
شیب	Slope	0.086300
فاصله از جاده	Dis. Road	0.065403
فاصله از رودخانه	Dis. River	0.172599
فاصله از روستا	Dis. Village	0.099132
فاصله از شهر	Dis. City	0.113873
فاصله از گسل	Dis. Fault	0.056937
لیتولوژی	Lithology	0.130806

شکل ۳- وزن نهایی لایه‌های اطلاعاتی

Fig.3. Final weight of information layers

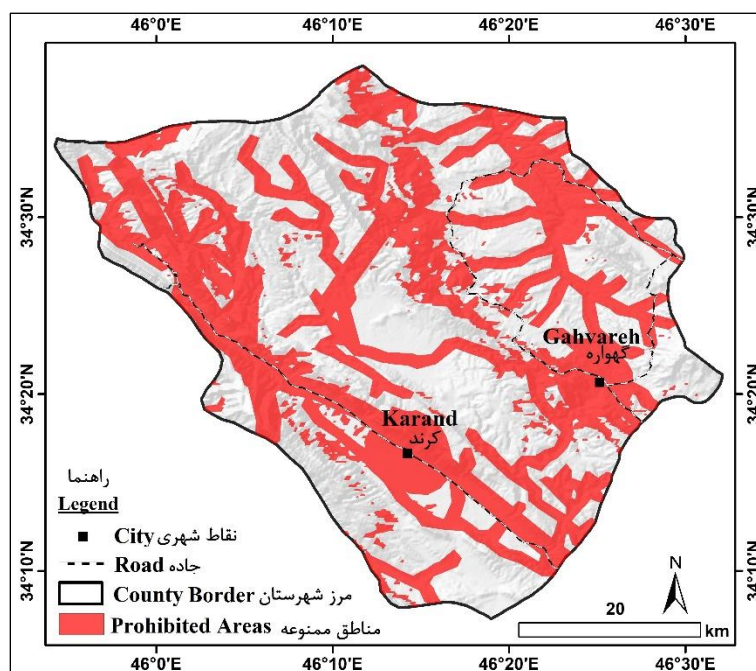
اعمال مناطق ممنوعه و تهیه نقشه نهایی

با توجه به اینکه بعضی از مناطق پتانسیل تخریب و آلودگی بالایی دارند و یا اینکه دارای ارزش محیط‌زیستی و اقتصادی بالایی هستند، اعمال مناطق ممنوعه ضروری است. در واقع، در این بخش ابتدا با توجه به وضعیت محیطی منطقه، مطالعات کتابخانه‌ای و نظرات کارشناسان، لایه مناطق ممنوعه تهیه شده است (جدول ۲). بر اساس نقشه تهیه شده، بخش زیادی از محدوده شهرستان دالاهو که در حریم رودخانه‌ها، حریم نقاط شهری، حریم دریاچه سد آزادی و حریم گسل‌ها هستند و همچنین دارای پوشش گیاهی متراکمی هستند به‌عنوان مناطق ممنوعه در نظر گرفته شده است (شکل ۴).

جدول ۲- معیارهای مورد نظر برای تهیه لایه مناطق ممنوعه

Table 2- Criteria for preparing the restricted area layer

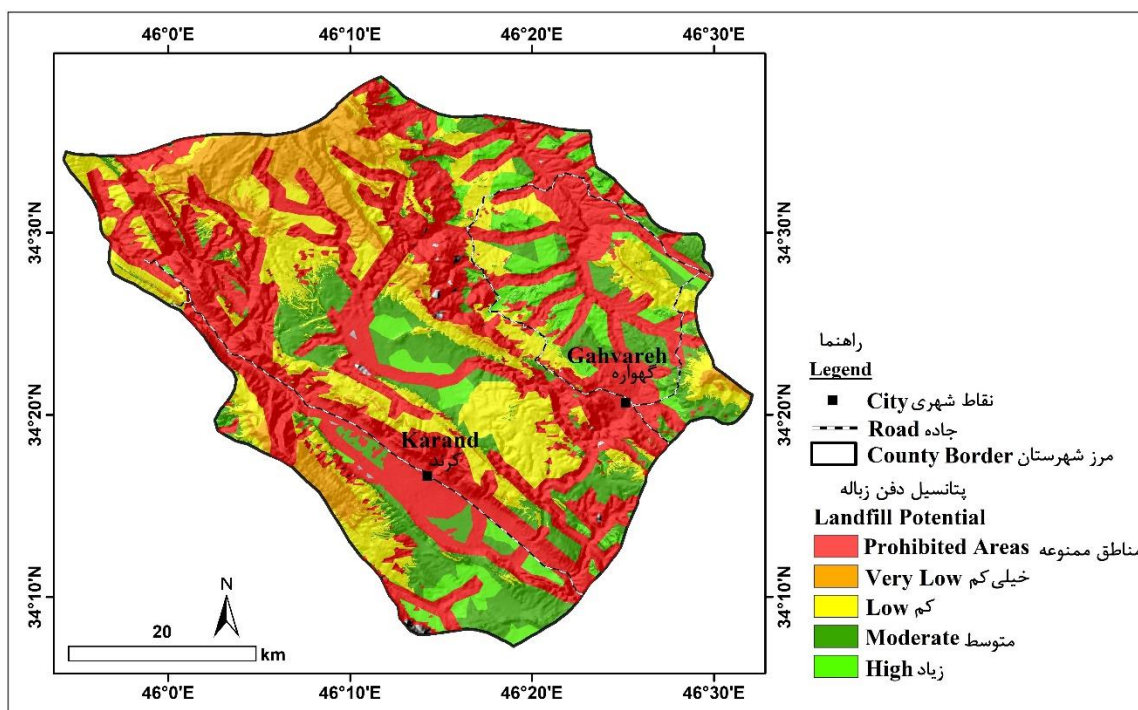
ردیف	پارامتر	مناطق ممنوعه
Row	Parameter	Prohibited areas
1	فاصله از رودخانه	حریم ۵۰۰ متری از رودخانه‌ها A distance of 500 meters from the rivers
2	فاصله از نقاط شهری	حریم ۳ کیلومتری از نقاط شهری A distance of 3 kilometers from the urban areas
3	فاصله از سد	حریم ۲ کیلومتری از دریاچه سد آزادی A distance of 2 kilometers from the Azadi dam
4	فاصله از گسل	حریم ۲ کیلومتری از خطوط گسلی A distance of 2 kilometers from the Faults
5	تراکم پوشش گیاهی	مناطق با ضریب NDVI بیش از ۰/۳ Areas with an NDVI coefficient of more than 0.3
	Vegetation density	



شکل ۴- نقشه مناطق ممنوعه

Fig.4. Map of prohibited areas

پس از استانداردسازی و وزندهی به لایه‌های اطلاعاتی، لایه‌های اطلاعاتی وارد نرم‌افزار IDRISI شده و سپس با استفاده از مدل WLC، لایه‌های اطلاعاتی با هم ترکیب شده است. پس از ترکیب لایه‌های اطلاعاتی، لایه مناطق ممنوعه بر روی آن اعمال شده است و در نهایت نقشه مناطق مستعد دفن زباله در شهرستان دالاهو تهیه شده است (شکل ۵). بر اساس نقشه تهیه شده، شهرستان دالاهو تحت تاثیر وضعیت لیتولوژی، توپوگرافی و هیدرولوژی، محدودیت‌های زیادی جهت دفن زباله دارد و در یک روند کلی، مناطق شرقی و جنوبی این شهرستان، پتانسیل بیش‌تری جهت دفن زباله دارد.



شکل ۵- نقشه نهایی مناطق مستعد دفن زباله در شهرستان دالاهو

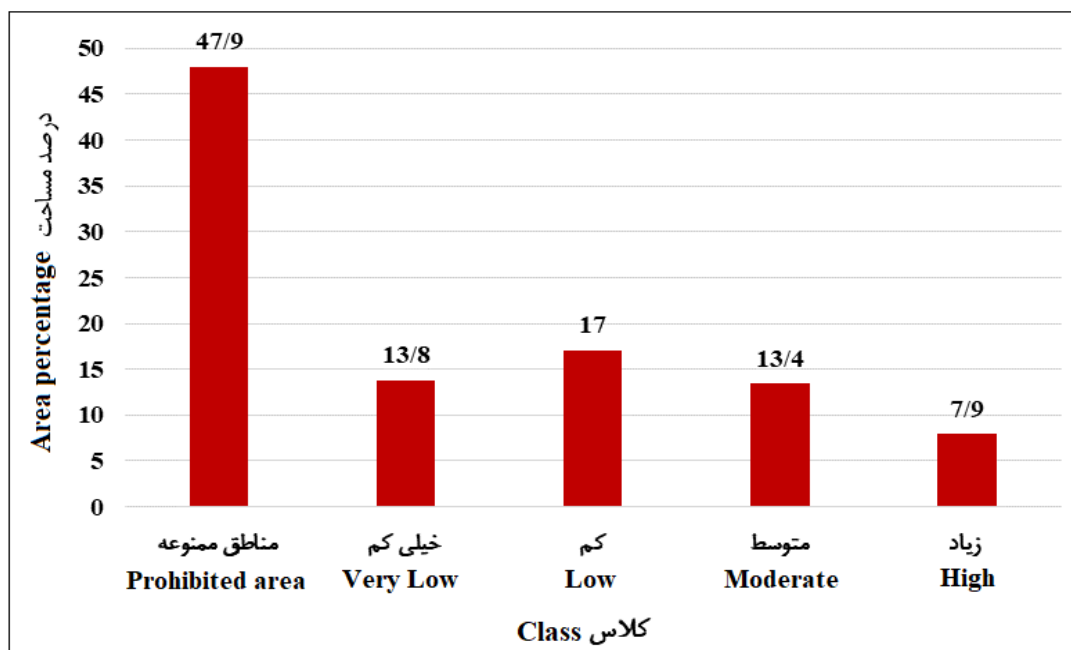
Fig.5. Final map of areas prone to landfill in Dalaho County

نتایج ارزیابی مساحت و درصد مساحت کلاس‌ها نشان داده است (جدول ۳ و شکل ۶) که ۸۹۸ کیلومترمربع از وسعت شهرستان دالاهو (معادل ۴۷/۹ درصد از وسعت شهرستان) به دلیل قرار گرفتن در مناطق ممنوعه، فاقد پتانسیل دفن زباله است. ۵۷۸ کیلومترمربع از وسعت شهرستان دالاهو (معادل ۳۰/۱ درصد از وسعت شهرستان)، به دلیل نزدیکی به نقاط شهری و روستایی، ارتفاع و شیب زیاد، در طبقه پتانسیل کم و خیلی کم قرار دارند. همچنین ۱۴۹ کیلومترمربع از وسعت شهرستان دالاهو (معادل ۷/۹ درصد از وسعت شهرستان)، به دلیل دور بودن از نقاط شهری و روستایی، دور بودن از حریم رودخانه‌ها و گسل‌ها، ارتفاع و شیب کم، مستعد دفن زباله است.

جدول ۳- مساحت و درصد مساحت کلاس‌ها

Table 3- Area and percentage of classroom area

ردیف (Row)	کلاس (Class)	مساحت (Area)	درصد مساحت (Area percentage)
1	مناطق ممنوعه (Prohibited area)	898	47/9
2	خیلی کم (Very Low)	259	13/8
3	کم (Low)	319	17
4	متوسط (Moderate)	251	13/4
5	زیاد (High)	149	7/9



شکل ۶- نمودار درصد مساحت کلاس‌ها

Fig.6. Chart of percentage of classroom area

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داده است که شهرستان دالاهو از نظر وضعیت زمین‌شناسی و هیدرواقليمی پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی در برابر آلودگی‌های محیطی دارد و بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که برنامه‌ریزی مناسب در زمینه دفن و دیوی زباله در این شهرستان بسیار حائز اهمیت است. بر اساس نتایج بدست آمده، حدود ۴۸ درصد از وسعت شهرستان دالاهو که شامل حریم ۵۰۰ متری از رودخانه‌ها، حریم ۱ کیلومتری از خطوط گسلی، حریم ۳ کیلومتری از نقاط شهری، حریم ۲ کیلومتری از دریاچه سد آزاد و همچنین مناطق دارای پوشش گیاهی متراکم است، پتانسیل آلودگی و تخریب محیط‌زیستی بالایی دارند و جزء مناطق ممنوعه هستند، بنابراین سایت‌های دفن زباله باید به دور از این مناطق باشد. همچنین حدود ۳۱ درصد از محدوده مطالعاتی نیز که عمدتاً شامل مناطق غربی و شمالی شهرستان دالاهو است به دلیل ارتفاع و شیب زیاد، نوع لیتولوژی و نزدیکی به خطوط گسلی، پتانسیل کم و خیلی کمی جهت ایجاد سایت دفن زباله دارند. با توجه به موارد ذکر شده می‌توان گفت که تنها ۸ درصد از وسعت شهرستان دالاهو پتانسیل نسبی را برای دفن یا دیوی زباله دارد؛ اما بررسی پراکنش نقاط شهری و روستایی این شهرستان نشان داده است که در مناطق ممنوعه شهرستان دالاهو نیز نقاط شهری و روستایی زیادی وجود دارد و با توجه به اینکه در این شهرستان برنامه‌ریزی خاصی جهت دفن یا دیوی زباله وجود ندارد، بنابراین مکان‌های دفن زباله این شهرستان نقش مهمی در آلودگی محیط‌زیست و خصوصاً آلودگی مناطق آب سطحی و زیرزمینی این شهرستان دارند. با توجه به موارد ذکر شده می‌توان نتیجه گرفت که حساسیت دفن زباله در مناطق مختلف یکسان نیست و شهرستان دالاهو مانند شهرستان‌های ماکو (Abbasnezhad et al., 2017) و گرگان (Emadodin et al., 2020) دارای حساسیت بالایی است و این مسئله در برنامه‌ریزی‌های مرتبط با مسائل محیط‌زیست و خصوصاً ایجاد سایت‌های دفن یا دیوی زباله باید مورد توجه جدی قرار گیرد.

References

- Abbasnezhad, J., Yarmoradi, Z., & Sarafrozeh, F. (2017). Site selection of waste disposal in Maku city By Fuzzy and Boolean. *Geographical Planning of Space*, 7(24), 87-98. [In Persian] https://gps.gu.ac.ir/article_50831.html?lang=en
- Aghsaei, H., & Souri, B. (2017). Landfill Site Selection Using Spatial Information Technologies A Case Study in Sanandaj Municipality, Western Iran. *Environmental Researches*, 8(15), 215-229. [In Persian] <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20089597.1396.8.15.25.1>
- Alkaradaghi, K., Salahalddin, S. A., Al-Ansari, N., Laue, J., & Chabuk, A. (2019). Landfill Site Selection Using MCDM Methods and GIS in the Sulaimaniyah Governorate, Iraq. *Sustainability*, 11(17). <http://dx.doi.org/10.3390/su11174530>
- Bagherabadi, R. (2022). Locating the landfill in Sahneh county using GIS. *Management of Natural Ecosystems*, 2(1), 62-71. [In Persian] <https://doi.org/10.22034/emj.2022.252721>
- Barakat, A., Hilali, A., El Baghdadi, M., & Touhami, F. (2017). Landfill site selection with GIS-based multi-criteria evaluation technique. A case study in Béni Mellal-Khouribga Region, Morocco. *Environmental Earth Sciences*, 76(12), 413. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12665-017-6757-8>
- Celiker, M., Yıldız, O., & Koçer, N. N. (2019). Evaluating solid waste landfill site selection using multi-criteria decision analysis and geographic information systems in the city of Elazığ, Turkey. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri DerGISi*, 25(6), 683-691. <http://dx.doi.org/10.5505/pajes.2018.70493>
- Chang, N. B., Parvathinathan, G., & Breeden, J. B. (2008). Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. *Journal of Environmental Management*, 87(1), 139-153. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.01.011>
- Dehghani Ghanthastani, M., & Javadizadeh, F. (2021). Landfill site selection using a hybrid system of AHP in GIS environment: A case study in Sirik city. *Geography (Regional Planning)*, 10(41), 247-257. [In Persian] <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.22286462.1399.11.1.15.9>
- Emadodin, S., Farzaneh, F., Arekhi, S., & Sayyad Salar, Y. (2020). Landfill Site Selection for Municipal Waste Materials using Analytic Hierarchy Process and Artificial Neural Networks (Case study: Gorgan City). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 9(2), 187-205. [In Persian] <https://doi.org/10.22067/geo.v9i2.86496>
- Ganjaeian, H. (2020). *Geomorphological hazards of urban areas, study methods and control strategies*. Tehran: Entekhab Publication. [In Persian]
- Ganjaeian, H. (2024). Analysis of the Tectonic Status of the Northwestern Zagros Anticlines and its Relationship with Seismic Centers. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 12(4), 275-290. [In Persian] <https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.75370.1182>
- Ganjaeian, H., Rezaei Arefi, M., Peysoozi, T., Emami, K. (2021). Zonning susceptible areas of landslide using WLC and OWA methods -A case study in Mountain cliff Khan, Iran. *Sustainable Earth Trends*, 1(2), 35-43. <https://doi.org/10.52547/sustaineearth.1.2.43>
- Ganjaeian, H., Yamani, M., Goorabi, A., & Maghsoudi, M. (2021). Adaptation of Morphotectonic Indices with Seismic Centers in Zagros Northwest (Sirvan and Qarahsu Basins). *Geography and Environmental Planning*, 31(4), 113-130. [In Persian] <https://doi.org/10.22108/gep.2021.124247.1335>
- Ganjaeian, H., Yamani, M., Goorabi, A., & Maghsoudi, M. (2023). Estimation of land surface displacement in Kermanshah plain and effect of earthquake Ezgele on displacement process using SBAS method. *Quantitative Geomorphological Research*, 12(1), 1-13. [In Persian] <https://doi.org/10.22034/gmpj.2021.141038>
- Hejazi, S. A. (2016). Landfill Site Selection Using Spatial Information Technologies and AHP: A Case Study of Maragheh, Iran. *Journal of Geography and Planning*, 19(54), 105-125. [In Persian] https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_4471.html?lang=en
- Hereher, M. E., Al-Awadhi, T., & Mansour, S. A. (2020). Assessment of the optimized sanitary landfill sites in Muscat, Oman. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 23(3), 355-362. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2019.08.001>

- Liang, Z., Tu, X., Liu, H., Zhang, K., Pan, Q., He, X., ... & Sang, Y. (2025). Occurrence of volatile and semi-volatile organic compounds in solid waste landfills and their pollution risk to groundwater. *Journal of Hazardous Materials*, 488, 137456. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2025.137456>
- Maghsoudi, M., Ganjaeian, H., Talari, A., & Amani, K. (2016). Evaluation of the Contributing Factors in Development and Zoning Karst in Palangan Zone by Using Fuzzy Logic and ANP. *Open Journal of Geology*, 6, 468-483. <http://dx.doi.org/10.4236/ojg.2016.66039>
- Mainul, M. D., Ajim, A., & Ateeque, A. (2020). Optimal Sanitary Landfill Site Selection for Solid Waste Disposal in Durgapur City Using Geographic Information System and Multicriteria Evaluation Technique. *Journal of Cartography and Geographic Information*, 70, 163– 180. <http://dx.doi.org/10.1007/s42489-020-00052-1>
- Mallick, J. (2021). Municipal Solid Waste Landfill Site Selection Based on Fuzzy-AHP and Geoinformation Techniques in Asir Region Saudi Arabia. *Sustainability*, 13, 1-29. <https://doi.org/10.3390/su13031538>
- Mitab, B. T., Hamdoon, R. M., & Say, K. N. (2023). Assessing Potential Landfill Sites Using GIS and Remote Sensing Techniques: A Case Study in Kirkuk, Iraq. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 18(3), 643-652. <https://doi.org/10.18280/ij dne.180316>
- Mohammakhkhan, S., Ganjaeian, H., Shahri, S., & Abbaszade, A. (2019). Predicting the trend of urban development toward hazardous areas using multi temporal images (Case Study: Marivan City). *Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 28(110), 107-117. [In Persian] <https://doi.org/10.22131/sepehr.2019.36615>
- Nayyeri, H., Ganjaeian, H., & Amani, K. (2018). Evaluation of Environmental Indicator of Perimeters of the Land Suitability for the Development of the Sarvabad City by Combining Two Models of Network Analysis and Fuzzy Logic. *Journal of Urban Social Geography*, 5(1), 49-62. [In Persian] <https://doi.org/10.22103/JUSG.2018.1961>
- Nayyeri, H., Salari, M., Ganjaeian, H., & Amani, K. (2017). Geomorphological Assessment of Land Suitability for the Physical Expansion of Sanandaj City Applying Restricted Areas. *Geographical Urban Planning Research (GUPR)*, 5(1), 127-145. [In Persian] <https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2017.63213>
- Negahban, S., Ganjaeian, H., Ebrahimi, A., & Emami, K. (2019). Monitoring and predicting the trend of changes in residential areas using multi-timed images (Case study: Songhor city). *Journal of the Earth and Space Physics*, 45(2), 343-354. [In Persian] <https://doi.org/10.22059/jesphys.2019.275076.1007084>
- Negahban, S., Ganjaeian, H., Ebrahimi, A., & Gheysarian, S. S. (2025). Analysis of the Roles of Environmental Factors in the Occurrence of Floods Using the Google Earth Engine System (Case Study: West of Golestan Province). *Geography and Environmental Planning*, 35(4), 1-18. [In Persian] <https://doi.org/10.22108/gep.2024.142342.1659>
- Negahban, S., Ganjaeian, H., Feraydooni Kordestani, M., & Cheshmeh sefidi, Z. (2019). Assessing the physical development of cities and extending to geomorphological prohibited areas Using LCM (Case Study: Sanandaj City). *Journal of Natural Environmental Hazards*, 8(20), 39-52. [In Persian] <https://doi.org/10.22111/jneh.2018.21943.1317>
- Nikzada, V., Amiri, M. J., Moarab, Y., & Foroughi, N. (2017). Using Fuzzy Logic Analysis and Fuzzy ANP (FANP) Method in GIS for Landfill Site Selection (Case Study: Aliabad City). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 6(1), 67-87. [In Persian] <https://doi.org/10.22067/geo.v6i1.47944>
- Pireh, M., Ghadimi, M., & Ganjaeian, H. (2024). Identification of Vulnerable Karst Areas Using the COP Model (Case Study: Tekab Basin). *Geography and Environmental Planning*, 35(3), 95-112. [In Persian] <https://doi.org/10.22108/gep.2024.141035.1640>
- Rezapour, A., & Deymevar, S. (2024). Waste disposal site location allocation using GIS and fuzzy overlay method (Case study: Birjand county). *Integrated Watershed Management*, 4(3), 83-104. [In Persian] <https://doi.org/10.22034/iwm.2024.2024112.1140>
- Roy, D., Das, S., Paul, S. S., & Pau, S. (2022). An assessment of suitable landfill site selection for municipal solid waste management by GIS-based MCDA technique in Siliguri municipal corporation planning area, West Bengal, India. *Computational Urban Science*, 2(18), 1-19. <https://doi.org/10.1007/s43762-022-00038-x>

- Safari Namivandi, M., Ganjaeian, H., Nosrati, M., & Mohammadian, K. (2024). Identification of flooded areas and analysis of factors influencing its occurrence (Case study: Southeast of Sistan and Baluchestan province). *Quantitative Geomorphological Research*, 13(2), 181-194. [In Persian] <https://doi.org/10.22034/gmpj.2024.449586.1494>
- Salari, M., Nayeri, H., Amani, K., & Ganjaeian, H. (2017). Locating Suitable Directions for Kamyaran Urban Development through a Hazardology Approach based on the Application of Geomorphologically Restricted Areas. *Environmental Management Hazards*, 4(4), 419-436. [In Persian] <https://doi.org/10.22059/jhsci.2018.252694.341>
- Salari, M., Nayyeri, H., Ganjaeian, H., & Amani, K. (2020). Assessment and Prediction of the process of expansion of residential areas with Geomorphological Approach and Environmental Management (Case Study: Paveh City). *Quantitative Geomorphological Research*, 9(1), 86-101. [In Persian] https://www.geomorphologyjournal.ir/article_109536_en.html
- Soltani, A., Hewage, K., Reza, B., & Sadiq, R. (2015). Multiple stakeholders in multi-criteria decision-making in the context of Municipal Solid Waste Management: A review. *Waste Management*, 35, 318-328. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.010>
- Tabesh, S., Noori Khanyourdi, M., Dousti, M., & Ganjaeain, H. (2020). Presenting the proposed model for the location of sports places using the integrated model of WLC and AHP. *Sport Management and Development*, 9(1), 2-22. [In Persian] <https://doi.org/10.22124/jsmd.2020.4096>
- Wu, T. H., Chen, C. Y., Huang, S. W., & Yu, T. T. (2025). An integrated decision framework for landfill mining site selection using GIS, multi-criteria analysis, and optimization models. *Socio-Economic Planning Sciences*, 99, 102220. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2025.102220>